(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 252 284 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.12.2017 Patentblatt 2017/49

(51) Int Cl.:
F02B 37/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **17171642.6**

(22) Anmeldetag: **18.05.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **01.06.2016 DE 102016209603**

(71) Anmelder: **Bosch Mahle Turbo Systems GmbH & Co. KG**
70376 Stuttgart (DE)

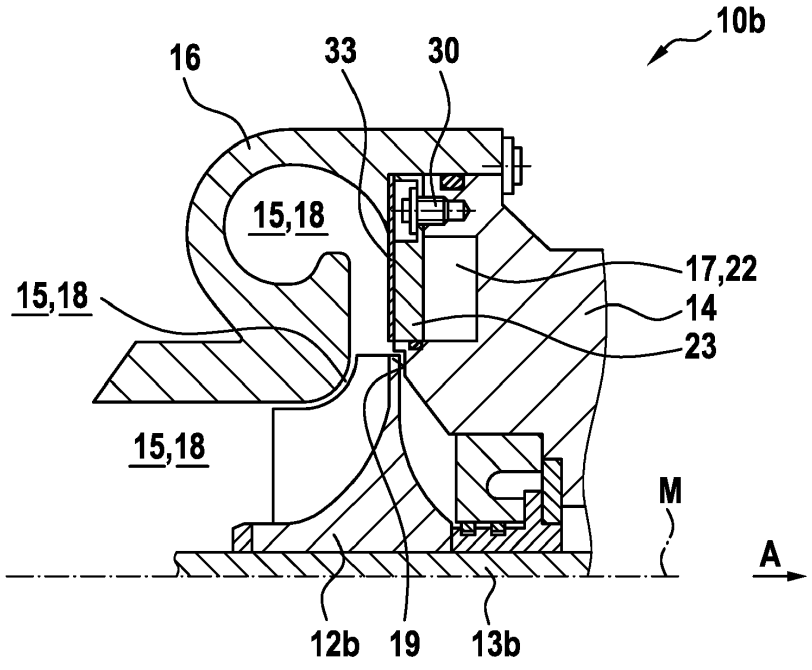
(72) Erfinder: **STRIEDELMEYER, Thomas**
70378 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) BRENNKRAFTMASCHINE MIT ZWEI ABGASTURBOLADERN

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1) mit einem ersten und einem zweiten Abgasturbolader (10b). Das Verdichtergehäuse (16), das Verdichterrad (12b) und das Lagergehäuse (14) des zweiten Abgasturboladers (10b) begrenzen einen Strömungskanal (18) für die durch eine Frischluftleitung (5) der Brennkraftmaschine (1) geführte Frischluft. Zwischen dem Lagergehäuse (14) und dem Verdichtergehäuse (16) des zweiten Abgasturboladers (10b) ist eine thermische Isolation (17) zum Verringern eines Wärmeübergangs vom Lagergehäuse (14) zum Verdichtergehäuse (16) vorgesehen.

Fig. 2



EP 3 252 284 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit zwei Abgasturboladern.

[0002] Moderne Brennkraftmaschinen sind zur Leistungssteigerung und zur Reduzierung von Schadstoffemissionen mit einem Abgasturbolader ausgestattet. Aus dem Stand der Technik ist es zur Verbesserung des Wirkungsgrads mittlerweile bekannt, eine Brennkraftmaschine nicht nur mit einem einzigen solchen Abgasturbolader auszustatten, sondern sogar zwei Abgasturbolader quasi "in Reihe" zu schalten.

[0003] Als problematisch erweist sich dabei oftmals ein unerwünschter Wärmestrom in dem der Brennkraftmaschine unmittelbar vor- bzw. nachgeschaltetem Abgasturbolader, dem sogenannten Hochdruck-Abgasturbolader: Von dessen Lagergehäuse, in welchem die Welle des Abgasturboladers einschließlich Turbinen- und Verdichterrad drehbar gelagert ist und welches typischerweise Wärme aus dem von heißen Abgasen durchströmten Turbinengehäuse aufnimmt, tritt typischerweise ein nicht unerheblicher Wärmestrom in das Verdichtergehäuse über, wodurch der Wirkungsgrad des Abgasturboladers gemindert wird.

[0004] Vor diesem Hintergrund behandelt die DE10 2007 023 142 A1 einen Verdichter eines Abgasturboladers. In der Rückwand eines Verdichterrad-Gehäuses ist ein vertikaler Kühlkanal integriert, durch welchen ein Wärmeeintrag von der Turbine des Abgasturboladers in das Verdichtergehäuse gemindert werden soll.

[0005] Die US 2012/057975 A1 beschreibt einen Abgasturbolader, bei welchem an einer Rückwand des Verdichters durch Anliegen zweier Bauteile ein Luftspalt ausgebildet wird.

[0006] Die US 3,565,497 behandelt einen Abgasturbolader, bei welchem von einem Hitzeschild und dem Lagergehäuse ein Luftspalt begrenzt wird.

[0007] Die US 4,198,192 beschreibt einen Abgasturbolader, bei welchem zwischen zwei Platten eine Kammer gebildet ist, mittels welcher die Welle des Abgasturboladers und eine Lagereinrichtung zur Lagerung der Welle am Gehäuse gegen unerwünschten Wärmeeintrag aus der Turbine geschützt werden soll.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennkraftmaschine mit zwei Abgasturboladern in Form eines Hochdruck-Abgasturboladers und eines Niederdruck-Abgasturboladers zu schaffen, bei welcher das Verdichtergehäuse des Hochdruck-Abgasturboladers mit einem verbesserten Schutz gegen unerwünschten Wärmeeintrag aus dem Lagergehäuse versehen ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0010] Grundgedanke der Erfindung ist demnach, zwischen dem Verdichtergehäuse und dem Lagergehäuse des Hochdruck-Abgasturboladers eine thermische Isolation vorzusehen. Besagte thermische Isolation besitzt dabei die Eigenschaft, dass sie gegenüber einem herkömmlichen Abgasturbolader ohne solche thermische Isolation die thermische Kopplung zwischen dem Verdichtergehäuse und dem Lagergehäuse zumindest reduziert. Dies führt zu einer Erhöhung des Wirkungsgrads des Verdichters und somit des Hochdruck-Abgasturboladers.

[0011] Im Idealfall wird das Verdichtergehäuse sogar nahezu vollständig thermisch vom Lagergehäuse entkoppelt, so dass der vom Lagergehäuse kommende Wärmeeintrag in das Verdichtergehäuse nahezu vollständig - gegenüber einem Abgasturbolader ohne eine solche thermische Isolation jedoch zumindest erheblich - reduziert wird. Unter dem Begriff "thermische Isolation" ist vorliegend also auch eine Einrichtung ausdrücklich umfasst, welche die Übertragung von Wärme vom Lagergehäuse in das Verdichtergehäuse im Sinne einer thermischen Drossel - dem Fachmann auch als "Wärmedrossel" bekannt - reduziert.

[0012] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern besitzt eine Frischluftseite und eine Abgasseite. Über die Frischluftseite wird Frischluft, welches in die Zylinder rückzuführendes Abgas enthält, in die Zylinder eingebracht. Hierzu weist die Brennkraftmaschine eine mit der Frischluftseite kommunizierende Frischluftleitung auf. Ferner weist die Brennkraftmaschine eine mit der Abgasseite kommunizierende Abgasleitung auf. Weiterhin umfasst die Brennkraftmaschine einen ersten Abgasturbolader, der ein erstes Turbinenrad und ein über eine erste Welle drehfest mit diesem verbundenes erstes Verdichterrad aufweist. Dabei sind das erste Turbinenrad in der Abgasleitung und das erste Verdichterrad in der Frischluftleitung angeordnet. Weiterhin umfasst die Brennkraftmaschine einen zweiten Abgasturbolader, der ein zweites Turbinenrad und ein über eine zweite Welle drehfest mit diesem verbundenes zweites Verdichterrad aufweist. Das zweite Turbinenrad des zweiten Abgasturboladers ist in der Abgasleitung zwischen der Abgasseite und dem ersten Turbinenrad des ersten Abgasturboladers angeordnet. Das zweite Verdichterrad des zweiten Abgasturboladers ist in der Frischluftleitung zwischen der Frischluftseite und dem ersten Verdichterrad des ersten Abgasturboladers angeordnet. Das zweite Verdichterrad ist in einem Gehäuseinnenraum angeordnet, der von einem Verdichtergehäuse des zweiten Abgasturboladers begrenzt ist. Die zweite Welle ist drehbar an einem Lagergehäuse des zweiten Abgasturboladers gelagert. Bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine übernimmt der erste Abgasturbolader die Funktion eines Niederdruck-Abgas-turboladers und der zweite Abgasturbolader die Funktion eines Hochdruck-Abgasturboladers. Durch das Verdichtergehäuse, das zweite Verdichterrad und das Lagergehäuse des zweiten Abgasturboladers ist ein Strömungskanal für die durch die Frischluftleitung geführte Frischluft begrenzt. Erfindungsgemäß ist zwischen dem Lagergehäuse und dem Verdichtergehäuse des zweiten Abgasturboladers eine thermische Isolation zum Verringern eines

Wärmeübergangs vom Lagergehäuse zum Verdichtergehäuse vorgesehen.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die thermische Isolation derart ausgebildet, dass der von ihr bereitgestellte thermische Isolationsgrad variierbar ist.

[0014] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist im ersten Abgasturbolader zwischen dessen Verdichtergehäuse und dessen Lagergehäuse keine thermische Isolation vorgesehen. Da der erste Abgasturbolader als Niederdruck-Abgasturbolader wirkt, ist die thermische Belastung des Verdichters in diesem - insbesondere gegenüber dem als Hochdruck-Abgasturbolader wirkenden zweiten Abgasturbolader - relativ gering. Aus Kostengründen kann bei dieser Variante daher die erfindungswesentliche thermische Isolation im ersten Abgasturbolader entfallen.

[0015] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist auf einer dem Strömungskanal zugewandten Seite des Lagergehäuses ein Zwischenbauteil angeordnet, in welchem ein die thermische Isolation ausbildender Hohlraum vorhanden ist. Mittels eines solchen Hohlraums wird der thermische Kontakt zwischen dem Verdichtergehäuse und dem Lagergehäuse erheblich verringert, so dass dieser als thermische Isolation oder zumindest als thermische Drossel wirkt.

[0016] Bevorzugt ist das Zwischenbauteil ringartig ausgebildet. Vorzugsweise besteht das Zwischenbauteil aus einem Kunststoff, welcher eine niedrige Wärmeleitfähigkeit aufweist und sich daher gut als Wärmedrossel oder als thermischer Isolator eignet.

[0017] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Zwischenbauteil einen Durchbruch zum Befüllen des Hohlraums mit einem Fluid auf. Ein solches Fluid kann eine Flüssigkeit oder ein Gas, insbesondere Luft, sein. Je nach Wärmeleitfähigkeit des Fluids kann somit eine vorbestimmte thermische Isolationswirkung erzielt werden. Bei dieser Variante ist besagter Hohlraum in einem im zweiten Abgasturbolader montierten Zustand vom Verdichtergehäuse verschlossen. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass das Fluid im Betrieb des zweiten Abgasturboladers nicht aus dem Hohlraum entweichen kann.

[0018] Eine besonders einfache, gleichwohl zuverlässige mechanische Fixierung des Zwischenbauteils am Lagergehäuse ermöglicht eine bevorzugte Ausführungsform, bei welcher das Zwischenbauteil mechanisch zwischen dem Lagergehäuse und dem Verdichtergehäuse verspannt ist.

[0019] Besonders einfach herzustellen ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform, bei welcher das Zwischenbauteil mittels eines Gussverfahrens hergestellt ist, also ein Gussteil ist. Besonders bevorzugt ist das Zwischenbauteil ein Aluminium-Gussteil, da dieses ein besonders geringes Eigengewicht besitzt.

[0020] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist auf einer dem Strömungskanal zugewandten Seite des Lagergehäuses ein Lagergehäusedeckel angeordnet. Im Lagergehäusedeckel ist zur Ausbildung der thermischen Isolation eine Vertiefung vorgesehen. Bei dieser Variante ist die Vertiefung in einem am Lagergehäuse angeordneten Zustand des Lagergehäusedeckels vom Lagergehäuse verschlossen.

[0021] Eine besonders einfache, gleichwohl zuverlässige mechanische Fixierung des Lagergehäusedeckels am Lagergehäuse ermöglicht eine vorteilhafte Weiterbildung, bei welcher der Lagergehäusedeckel zwischen dem Verdichtergehäuse und dem Lagergehäuse verspannt ist.

[0022] Mit besonders geringen Fertigungskosten geht indes eine weitere bevorzugte Ausführungsform einher, bei welcher der Lagergehäusedeckel als tiefgezogenes Blechformteil oder als mittels Feinschneidens und Prägens gefertigtes Blechformteil ausgebildet ist.

[0023] Bei einer dazu alternativen Variante, die ebenfalls mit geringen Herstellungskosten verbunden ist, ist der Lagergehäusedeckel als Gussteil, vorzugsweise als Kunststoff-Spritzgussteil, ausgebildet.

[0024] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist auf einer dem Strömungskanal zugewandten Seite des Lagergehäuses eine die thermische Isolation ausbildende Ausnehmung vorhanden. Die Ausnehmung ist bei dieser Ausführungsform von einem Lagergehäusedeckel fluiddicht verschlossen, so dass die Ausnehmung mit einem Fluid, insbesondere mit einem Gas oder einer Flüssigkeit mit geringer Wärmeleitfähigkeit befüllt werden kann.

[0025] Besonders zweckmäßig kann der Lagergehäusedeckel, vorzugsweise aus einem Kunststoff, mittels einer Schraubverbindung lösbar mit dem Lagergehäuse verbunden sein. Eine solche Schraubverbindung erlaubt eine einfache Fixierung des Lagergehäusedeckels am Lagergehäuse. Ein Lagergehäusedeckel aus Kunststoff ist besonders einfach und somit kostengünstig herzustellen.

[0026] Konstruktiv besonders einfach aufgebaut ist eine andere bevorzugte Ausführungsform, bei der die thermische Isolierung bildender Hohlraum direkt im Lagergehäuse ausgebildet ist, so dass die Bereitstellung eines Zwischenbauteils oder eines Lagergehäusedeckels entfallen kann. Ein Lagergehäuse mit einem solchen Hohlraum kann beispielsweise mittels eines Sandgussverfahrens hergestellt werden.

[0027] Besonders bevorzugt ist besagter Hohlraum mit einem Gas, insbesondere mit Luft, befüllt. Alternativ dazu kann in dem Hohlraum ein Vakuum ausgebildet sein. Mittels eines Vakuums kann die Konvektion von Wärme vom Lagergehäuse zum Verdichtergehäuse reduziert werden.

[0028] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung ist im Lagergehäuse ein Durchbruch ausgebildet, mittels welchem der Hohlraum von außen mit einem Fluid, vorzugsweise mit einem Gas oder mit einer Flüssigkeit, höchst vorzugsweise mit Luft, befüllbar oder befüllt ist. Je nach Wärmeleitfähigkeit des Gases kann die Wärmeleitfähigkeit eingestellt werden.

[0029] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungs-

form ist der Hohlraum über den Durchbruch mit einem Fluidreservoir verbindbar oder verbunden. In oder an einem solchen Fluidreservoir kann eine als eine Druckkolben ausgebildete Druckbeaufschlagungseinrichtung vorhanden sein, mittels welcher das Fluid, insbesondere das Gas, aus dem Fluidreservoir in den Hohlraum einbringbar ist. Auf diese Weise kann eine bestimmte Menge an Fluid in den Hohlraum eingebracht und somit der mittels der thermischen Isolation erzeugbare thermische Isolationsgrad variiert werden. Mit Hilfe einer geeigneten, mit dem Druckkolben zusammenwirkenden Steuerungseinrichtung kann der gewünschte thermische Isolationsgrad der thermischen Isolierung sogar gezielt eingestellt werden.

[0030] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung ist in einem Turbinengehäuse des zweiten Abgasturboladers ein weiterer Hohlraum ausgebildet, und zwar in analoger Weise zu dem vorangehend im Zusammenhang mit dem Lagergehäuse erläuterten Hohlraum. Auf diese Weise kann auch der Wärmeeintrag von Wärme aus dem Turbinengehäuse in das Lagergehäuse minimiert werden.

[0031] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0032] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0033] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0034] Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1-7 verschiedene Beispiele für die technische Realisierung der erfindungswesentlichen thermischen Isolation im zweiten Abgasturbolader,

Fig. 8 den prinzipielle Aufbau der Brennkraftmaschine mit zwei Abgasturboladern,

[0035] In den Figuren werden verschiedene Beispiele einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine 1 erläutert. Zunächst soll jedoch anhand der Figur 8 der prinzipielle Aufbau der Brennkraftmaschine 1 mit zwei Abgasturboladern 10a, 10b erläutert werden.

[0036] Entsprechend Figur 8 umfasst die Brennkraftmaschine 1 mehrere Zylinder 2 und besitzt eine Frischluftseite 3 sowie eine Abgasseite 4. Mit der Frischluftseite 3 kommuniziert eine Frischluftleitung 5, über welche Frischluft sowie aus den Zylindern 2 ausgestoßenes und in die Zylinder rückzuführendes Abgas in die Zylinder 2 eingeleitet werden kann. Mit der Abgasseite 4 kommuniziert eine Abgasleitung 6, über welche das in den Zylindern 2 erzeugte Abgas aus diesen abgeführt werden kann.

[0037] Weiterhin umfasst die Brennkraftmaschine 1 einen ersten Abgasturbolader 10a, der ein erstes Turbinenrad 11 a und ein über eine erste Welle 13a drehfest mit diesem verbundenes erstes Verdichterrad 12a aufweist. Das erste Turbinenrad 11a ist in der Abgasleitung 6 angeordnet. Das erste Verdichterrad 12a ist in der Frischluftleitung 5 angeordnet.

[0038] Ein weiterer, zweiter Abgasturbolader 10b umfasst ein zweites Turbinenrad 11 b und ein über eine zweite Welle 13b drehfest mit diesem verbundenes, zweites Verdichterrad 12b. Das zweite Turbinenrad ist in der Abgasleitung 6 zwischen der Abgasseite 4 und dem ersten Turbinenrad 11a des ersten Abgasturboladers 10 angeordnet. Das zweite Verdichterrad 12b ist in der Frischluftleitung 5 zwischen der Frischluftseite 3 und dem ersten Verdichterrad 12a angeordnet. Der erste Abgasturbolader 10a wirkt somit als Niederdruckdruck-Abgasturbolader, und der zweite Abgasturbolader 10b wirkt als Hochdruckdruck-Abgasturbolader.

[0039] Die Figur 1 zeigt ein erstes Beispiel des zweiten Abgasturboladers 10b der Brennkraftmaschine 1, also des Hochdruck-Abgasturboladers, in einer Detaildarstellung. Figur 1 belegt anschaulich, dass die zweite Welle 13b um ihre Mittellängsachse M drehbar in einem Lagergehäuse 14 des zweiten Abgasturboladers 10b gelagert ist. Durch die Mittellängsachse M ist eine axiale Richtung A des zweiten Abgasturboladers 10b definiert. Das drehfest mit der zweiten Welle 13b verbundene, zweite Verdichterrad 12b ist in einem Gehäuseinnenraum 15 angeordnet, der von einem Verdichtergehäuse 16 des zweiten Abgasturboladers 10b begrenzt ist.

[0040] Wie Figur 1 weiter erkennen lässt, ist zwischen dem Lagergehäuse 14 und dem Verdichtergehäuse 16 des zweiten Abgasturboladers 10b eine thermische Isolation 17 zum Minimieren eines Wärmeübergangs vom Lagergehäuse zum Verdichtergehäuse 16 vorgesehen. Durch das Verdichtergehäuse 16, das zweite Verdichterrad 12b und das Lagergehäuse 14 wird ein Strömungskanal 18 für die durch die Frischluftleitung 5 strömende Frischluft teilweise begrenzt.

[0041] Zur Ausbildung der thermischen Isolation 17 ist im Beispiel der Figur 1 auf einer dem Strömungskanal 18 zugewandten Seite 19 des Lagergehäuses 14 ein ringartig ausgebildetes Zwischenbauteil 20 aus einem Metall oder, vorzugsweise, weil eine geringere Wärmeleitfähigkeit aufweisend, aus einem Kunststoff angeordnet. In dem Zwischenbauteil 20 ist ein Hohlraum 21 vorhanden, welcher die thermische Isolation 17 ausbildet. Der Hohlraum 21 kann ebenso wie das Zwischenbauteil 20 die Geometrie eines Hohlzylinders besitzen. Bevorzugt ist das Zwischenbauteil 20 zwischen dem Lagergehäuse 14 und dem Verdichtergehäuse 16 verspannt. Das Zwischenbauteil 20 kann ein Gussteil, insbesondere ein Aluminium-Gussteil, sein.

[0042] Die Figur 2 zeigt eine Variante des Beispiels der Figur 1. Im Beispiel der Figur 2 ist anstelle eines Zwischenbauteils 20 auf der dem Strömungskanal 18 zu-

gewandten Seite 19 des Lagergehäuses 14 eine die thermische Isolation 17 ausbildende Ausnehmung 22 vorgesehen. Besagte Ausnehmung 22, welche die thermische Isolation 17 ausbildet, ist von einem Lagergehäusedeckel 23 verschlossen. Der Lagergehäusedeckel 23 besteht vorzugsweise aus einem Kunststoff oder einem anderen geeigneten Material geringer Wärmeleitfähigkeit und ist im Beispielszenario der Figur 2 mittels einer Schraubverbindung 30 lösbar mit dem Lagergehäuse 14 verbunden. Durch Lösen der Schraubverbindung 30 und anschließendes Entfernen des Lagergehäusedeckels 23 kann ein Fluid, insbesondere ein Gas wie etwa Luft, oder ein anderes geeignetes Fluid bzw. Gas mit einem geringen Wärmeleitkoeffizienten in die Ausnehmung 22 eingebracht werden. Anschließend kann der Lagergehäusedeckel 23 am Lagergehäuse 14 montiert und die Ausnehmung 22 auf diese Weise verschlossen werden.

[0043] Die Figur 3 zeigt eine Weiterbildung des Beispiels gemäß Figur 1. Demnach kann das Zwischenbauteil 20 einen Durchbruch 24 zum Befüllen des Hohlraums 21 mit einem Fluid besitzen. Ein solches Fluid kann, zur Bereitstellung der gewünschten thermischen Isolation, eine Flüssigkeit oder ein Gas mit einer vorbestimmten, vorzugsweise geringen, Wärmeleitfähigkeit sein. Der Durchbruch 24 kann in einer radial äußeren Umfangswand 26 des hohlzylindrischen Zwischenbauteils 20 angeordnet sein. Der Durchbruch 24 kann als Durchgangsbohrung 25 realisiert sein.

[0044] In dem in Figur 3 gezeigten, im zweiten Abgasturbolader 10b montierten Zustand des Zwischenbauteils 20 ist der Durchbruch 24 bzw. die Durchgangsbohrung 25 vom Verdichtergehäuse 16 verschlossen. Zur Abdichtung des Hohlraums 21 gegen den Strömungskanal 18 bzw. den Gehäuseinnenraums 15 kann in einer in der Umfangswand 26 ausgebildeten Vertiefung 31 ein Dichtungselement 32, etwa in der Art eines Dichtungsrings, angeordnet sein.

[0045] Der Hohlraum 21 kann in einer Weiterbildung über den Durchbruch 24 mit einem in den Figuren nicht näher dargestellten Fluidreservoir verbunden sein, in welchem ein Vorrat des Fluids bzw. Gases gespeichert ist. In diesem Fluidreservoir kann eine Druckbeaufschlagungseinrichtung, vorzugsweise in der Art eines Druckkolbens, vorhanden sein. Mittels diesem kann das Fluid, insbesondere das Gas, aus dem Fluidreservoir in den Hohlraum 21 eingebracht werden. Je nach Menge an Fluid, die durch Druckbeaufschlagung in den Hohlraum 21 eingebracht wird, kann der von der thermischen Isolierung erzeugte thermische Isolationsgrad variiert werden. Unabhängig von der Menge hängt der erzielte thermische Isolationsgrad auch von der Wärmeleitfähigkeit des gewählten Fluids ab.

[0046] Die Figur 4 zeigt eine Variante des Beispiels der Figur 2. Im Beispiel der Figur 4 ist auf der dem Strömungskanal 18 zugewandten Seite 19 des Lagergehäuses 14 ein Lagergehäusedeckel 23 ausgebildet. Zusammen mit dem Lagergehäuse 14 begrenzt der Lagergehäusedeckel 23 den die thermische Isolation 17 ausbildenden Hohlraum 21. Im Gegensatz zum Beispiel der Figur 2 ist zur Ausbildung des Hohlraums 21 im Beispiel der Figur 4 auf der Seite 19 des Lagergehäuses 14 keine Ausnehmung 22 ausgebildet. Vielmehr ist die Seite 19 des Lagergehäuses 14 im Wesentlichen eben realisiert. Stattdessen ist im Lagergehäusedeckel 23 eine Vertiefung 27 vorhanden, welche den Hohlraum 21 bildet, durch welche wiederum die thermische Isolation 17 realisiert ist. Der Lagergehäusedeckel 23 gemäß Figur 4 kann als Gussteil, insbesondere als Kunststoff-Gussteil, realisiert sein. Im Beispiel der Figur 4 ist der Lagergehäusedeckel 23 axial zwischen dem Verdichtergehäuse 16 und im Lagergehäuse 14 verspannt und auf diese Weise sicher am zweiten Abgasturbolader 10b fixiert.

[0047] Im Beispiel der Figur 5, welche eine Variante des Beispiels der Figur 4 zeigt, ist der Lagergehäusedeckel 23 als tiefgezogenes Blechformteil 28 ausgebildet. Entsprechend Figur 5 kann das Blechformteil 28 axial zwischen dem Verdichtergehäuse 16 und im Lagergehäuse 14 verspannt sein.

[0048] Figur 6 zeigt eine Variante des Beispiels der Figur 5, bei welcher der Lagergehäusedeckel 23 als mittels Feinschneidens und Prägens gefertigtes Blechformteil 28 ausgebildet ist. In dem in Figur 6 gezeigten Längsschnitt entlang der axialen Richtung A besitzt das Blechformteil 28 einen radial inneren Abschnitt 29a, der von der zweiten Welle 13b weg in einen radial äußeren Abschnitt 29b übergeht. Der radial innere Abschnitt 29a und der radial äußere Abschnitt 29b sind unter einem stumpfen Winkel α zueinander angeordnet. Auf diese Weise wird, in analoger Weise zum Beispiel der Figur 5, eine Vertiefung 27 ausgebildet, die von der Seite 19 des Lagergehäuses 14 verschlossen ist. Auch im Beispiel der Figur 6 ist das Blechformteil 28 axial zwischen dem Verdichtergehäuse 16 und im Lagergehäuse 14 verspannt. Alternativ kann anstelle des Blechformteils 28 der Figuren 5 und 6 als Lagergehäusedeckel 23 auch ein Gussteil 34, vorzugsweise ein Kunststoff-Gussteil, mit derselben Geometrie wie das Blechformteil 28 verwendet werden.

[0049] Die Figur 7 zeigt eine vereinfachte Variante des Beispiels der Figur 3. Im Beispiel der Figur 7 ist der die thermische Isolation 17 bildende Hohlraum 21 direkt im Lagergehäuse 14 ausgebildet. In analoger Weise zum Beispiel der Figur 3 kann auch direkt im Lagergehäuse 14 ein Durchbruch 24 bzw. eine Durchgangsbohrung 25 ausgebildet sein, mittels welchem der Hohlraums 21 von außen mit einem Fluid befüllt werden kann. Der Durchbruch 24 kann mittels eines geeigneten Verschlusselements (nicht gezeigt) verschlossen werden. Denkbar ist auch ein Verschluss durch das Verdichtergehäuse 16 (nicht gezeigt).

[0050] Der anhand der Figuren 1 bis 7 erläuterte Hohlraum 21 kann grundsätzlich mit einem Fluid, vorzugsweise mit einem Gas, höchst vorzugsweise mit Luft, befüllt sein, welches bevorzugt eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist. Alternativ dazu kann in dem Hohlraum ein Vakuum ausgebildet sein. Auf diese Weise kann die Konvektion von Wärme vom Lagergehäuse 14 in das

Verdichtergehäuse 16 reduziert werden. Auch im Beispiel der Figur 7 kann in analoger Weise zum Beispiel der Figur 3 ein Fluidreservoir vorgesehen werden.

[0051] In einer vorteilhaften Weiterbildung, die mit allen vorangehend genannten Beispielen kombiniert werden kann, kann zur Ausbildung einer zusätzlichen thermischen Isolation auch im Turbinengehäuse (nicht gezeigt) des zweiten Abgasturboladers 10b ein Hohlraum ausgebildet sein, der als thermische Isolation oder zumindest als Wärmedrossel wirkt.

[0052] In den Beispielen der Figuren 1 bis 7 kann auf der dem Strömungskanal 18 zugewandten Seite des Lagergehäuses 14 oder des Zwischenbauteils 20 oder des Lagergehäusedeckels 23 zusätzlich eine thermische Isolationsschicht 33 aufgebracht sein, die in den Figuren nur grobschematisch angedeutet ist. Das Material der thermischen Isolationsschicht 33 kann einen Kunststoff, vorzugsweise eine Keramik, umfassen bzw. ein Kunststoff, vorzugsweise eine Keramik, sein. Zweckmäßig kann das Material der thermischen Isolationsschicht 33 ein poröses Material, vorzugsweise einen Schaumstoff, umfassen oder ein poröses Material, vorzugsweise ein Schaumstoff sein; aber auch andere, zur Beschichtung geeignete Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit kommen in Betracht. Alternativ dazu kann die thermische Isolationsschicht 33 eine, vorzugsweise metallisierte, Folie oder eine andersartig ausgebildete Verspiegelung sein, welche auf Wärmestrahlung reflektierend wirkt.

[0053] Auch der Lagergehäusedeckel 23 und/oder das Zwischenbauteil 20 können aus einem porösen Metall oder einem porösen Kunststoff hergestellt sein.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1),

- mit einer Frischluftseite (3) und einer Abgasseite (4),
- mit einer mit der Frischluftseite (3) kommunizierenden Frischluftleitung (5) und mit einer mit der Abgasseite (4) kommunizierenden Abgasleitung (6),
- mit einem ersten Abgasturbolader (10a), der ein erstes Turbinenrad (11 a) und ein über eine erste Welle (13a) drehfest mit diesem verbundenes, erstes Verdichterrad (12a) aufweist, wobei das erste Turbinenrad (11 a) in der Abgasleitung (6) und das erste Verdichterrad (12a) in der Frischluftleitung (5) angeordnet sind,
- mit einem zweiten Abgasturbolader (10b), der ein zweites Turbinenrad (11 b) und ein über eine zweite Welle (12b) drehfest mit diesem verbundenes zweites Verdichterrad (12b) aufweist,
- wobei das zweite Turbinenrad (11 a) in der Abgasleitung (6) zwischen der Abgasseite (4) und dem ersten Turbinenrad (11a) und das zweite Verdichterrad (12b) in der Frischluftleitung (5) zwischen der Frischluftseite (3) und dem ersten Verdichterrad (12a) angeordnet ist,
- wobei das zweite Verdichterrad (12b) in einem Gehäuseinnenraum (15) angeordnet ist, der von einem Verdichtergehäuse (16) des zweiten Abgasturboladers (10b) teilweise begrenzt ist und wobei die zweite Welle (13b) drehbar an einem Lagergehäuse (14) des zweiten Abgasturboladers (10b) gelagert ist,
- wobei durch das Verdichtergehäuse (16), das zweite Verdichterrad (12b) und das Lagergehäuse (14) des zweiten Abgasturboladers (10b) ein Strömungskanal (18) für die durch die Frischluftleitung (5) geführte Frischluft begrenzt ist,

dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen dem Lagergehäuse (14) und dem Verdichtergehäuse (16) des zweiten Abgasturboladers (10b) eine thermische Isolation (17) zum Verringern eines Wärmetransports vom Lagergehäuse (14) zum Verdichtergehäuse (16) vorgesehen ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die thermische Isolation (17) derart ausgebildet ist, dass ihr thermischer Isolationsgrad variierbar ist.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
im ersten Abgasturbolader (10a) zwischen dessen Verdichtergehäuse und dessen Lagergehäuse keine thermische Isolation vorgesehen ist.

4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf einer dem Strömungskanal (18) zugewandten Seite (19) des Lagergehäuses (14) ein, vorzugsweise ringartig ausgebildetes, Zwischenbauteil (20), vorzugsweise aus einem Metall oder einem Kunststoff, angeordnet ist, in welchem ein die thermische Isolation (17) ausbildender Hohlraum (21) vorhanden ist.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Zwischenbauteil (20) einen Durchbruch (24) zum Befüllen des Hohlraums (21) mit einem Fluid aufweist, der in einem im zweiten Abgasturbolader (10b) montierten Zustand vom Verdichtergehäuse (16) verschlossen ist.

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Zwischenbauteil (20) zwischen dem Lagergehäuse (14) und dem Verdichtergehäuse (16) verspannt ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Zwischenbauteil (20) ein Aluminium-Gussteil ist.

8. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf einer dem Strömungskanal (18) zugewandten Seite (19) des Lagergehäuses (14) ein Lagergehäusedeckel (23) angeordnet ist, in welchem zur Ausbildung der thermischen Isolation (17) eine Vertiefung (27) ausgebildet ist,

- die Vertiefung (27) in einem am Lagergehäuse (14) angeordneten Zustand des Lagergehäusedeckels (23) vom Lagergehäuse (14) verschlossen ist.

9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Lagergehäusedeckel (23) zwischen dem Verdichtergehäuse (16) und dem Lagergehäuse (14) verspannt ist.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Lagergehäusedeckel (23) als tiefgezogenes Blechformteil (28) oder als mittels Feinschneidens und Prägens gefertigtes Blechformteil (28) ausgebildet ist.

11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Lagergehäusedeckel (23) als Gussteil, vorzugsweise aus einem Kunststoff, ausgebildet ist.

12. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf einer dem Strömungskanal (18) zugewandten Seite (19) des Lagergehäuses eine die thermische Isolation (17) ausbildende Ausnehmung (22) vorhanden ist, welche von einem Lagergehäusedeckel (23) verschlossen ist.

13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Lagergehäusedeckel (23), vorzugsweise aus einem Kunststoff, mittels einer Schraubverbindung (30) lösbar mit dem Lagergehäuse (14) verbunden ist.

14. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem Lagergehäuse (14) ein die thermische Isolierung (17) bildender Hohlraum (21) ausgebildet ist.

15. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Lagergehäuse (14) ein vom Verdichtergehäuse (16) verschließbarer Durchbruch (24) ausgebildet ist, mittels welchem der Hohlraum (21) von außen mit einem Fluid, insbesondere mit einem Gas, befüllbar oder befüllt ist.

16. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem Hohlraum (21) ein Vakuum ausgebildet ist.

17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass

- der Hohlraum (21) über den Durchbruch (24) mit einem Fluidreservoir verbindbar oder verbunden ist,
- im Fluidreservoir eine Druckbeaufschlagungseinrichtung, insbesondere ein Druckkolben, vorhanden ist, mittels welcher das Fluid, insbesondere das Gas, aus dem Fluidreservoir in den Hohlraum einbringbar ist.

18. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
in einem Turbinengehäuse des zweiten Abgasturboladers (10b) zum Verringern des Wärmeeintrags vom Turbinengehäuse zum Lagergehäuse (14) ein weiterer Hohlraum ausgebildet ist.

Fig. 1

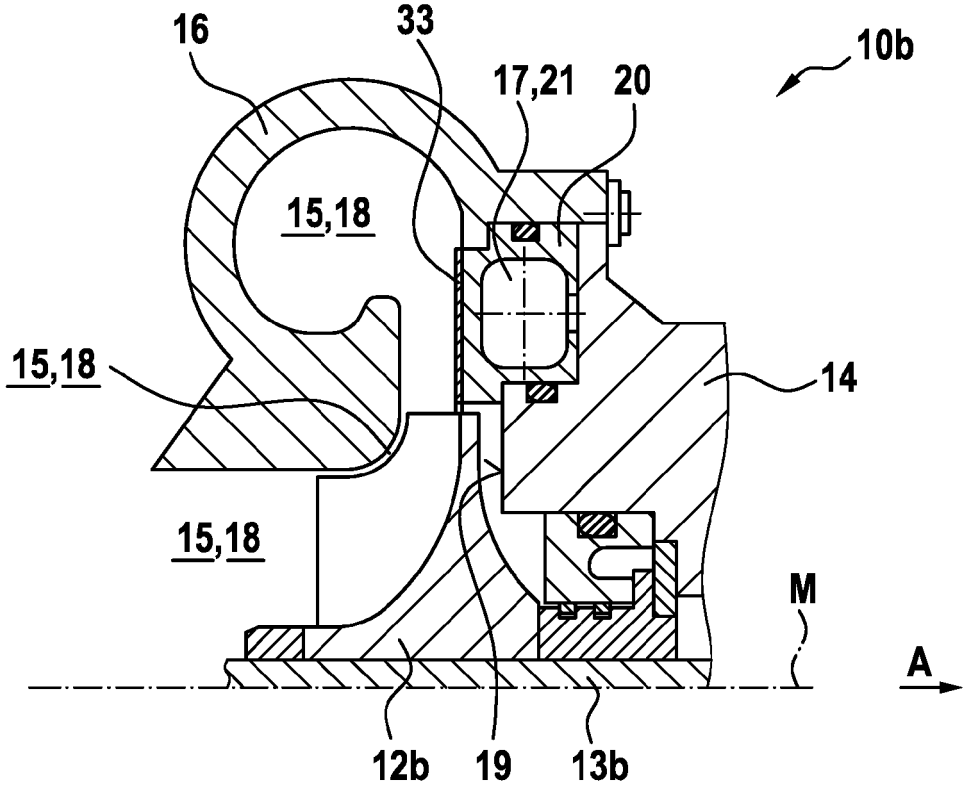

16
33
10b
17,21
20
15,18
15,18
14
15,18
M
A
12b
19
13b

Fig. 2

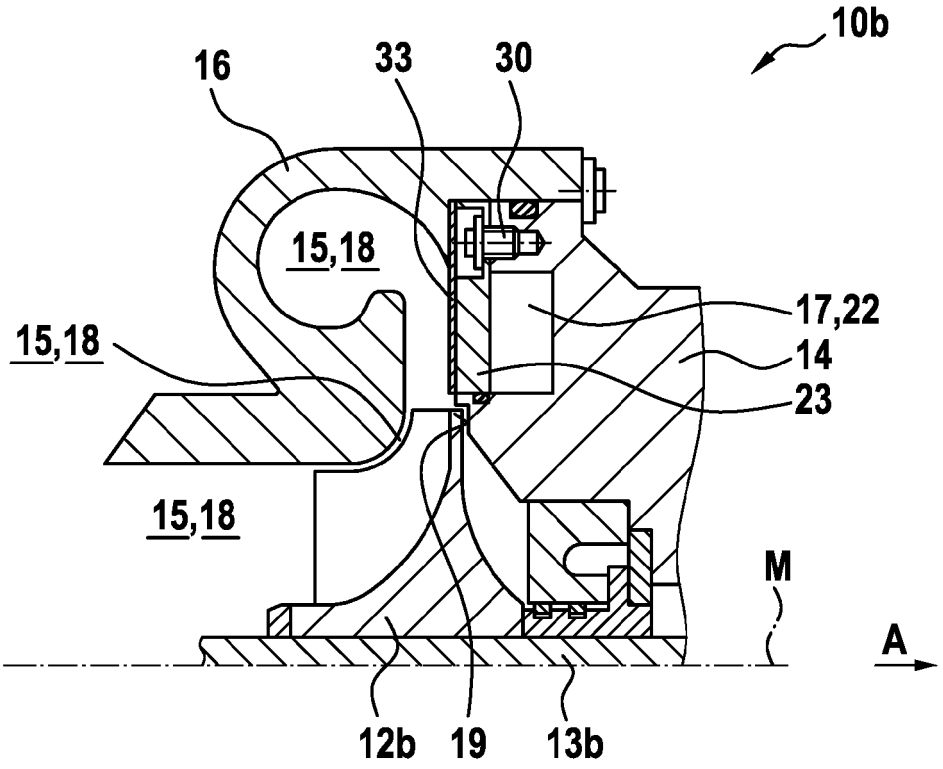

10b
16
33
30
15,18
17,22
15,18
14
23
15,18
M
A
12b
19
13b

Fig. 3

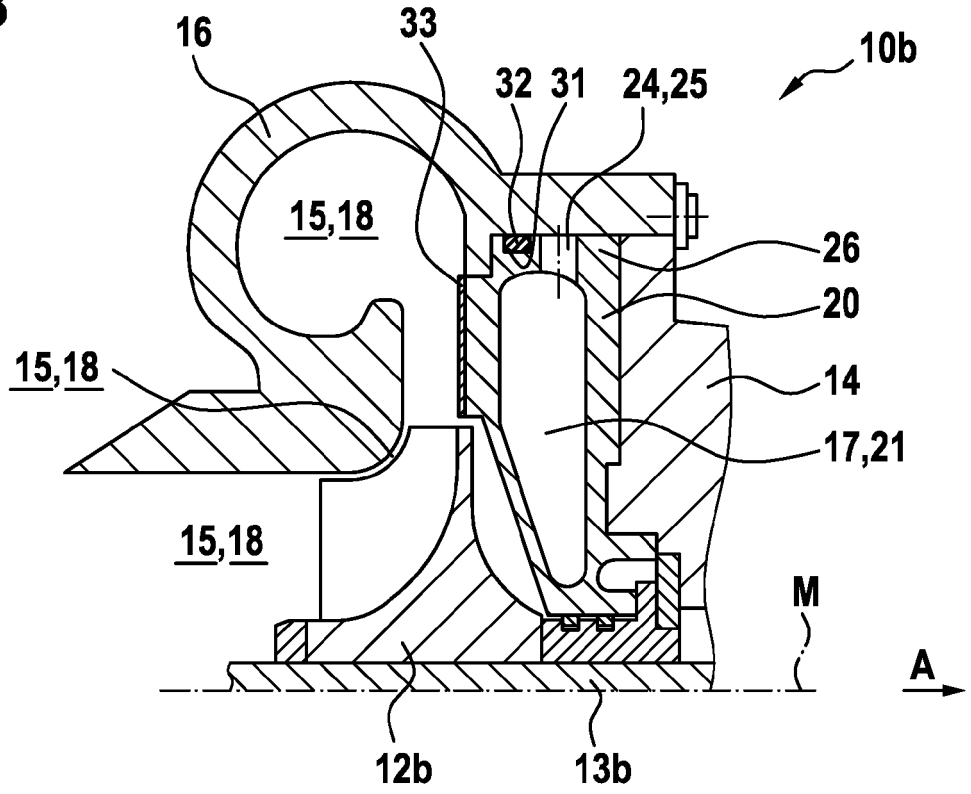

16
33
32
31
24,25
10b
15,18
26
20
15,18
14
17,21
15,18
M
A
12b
13b

Fig. 4

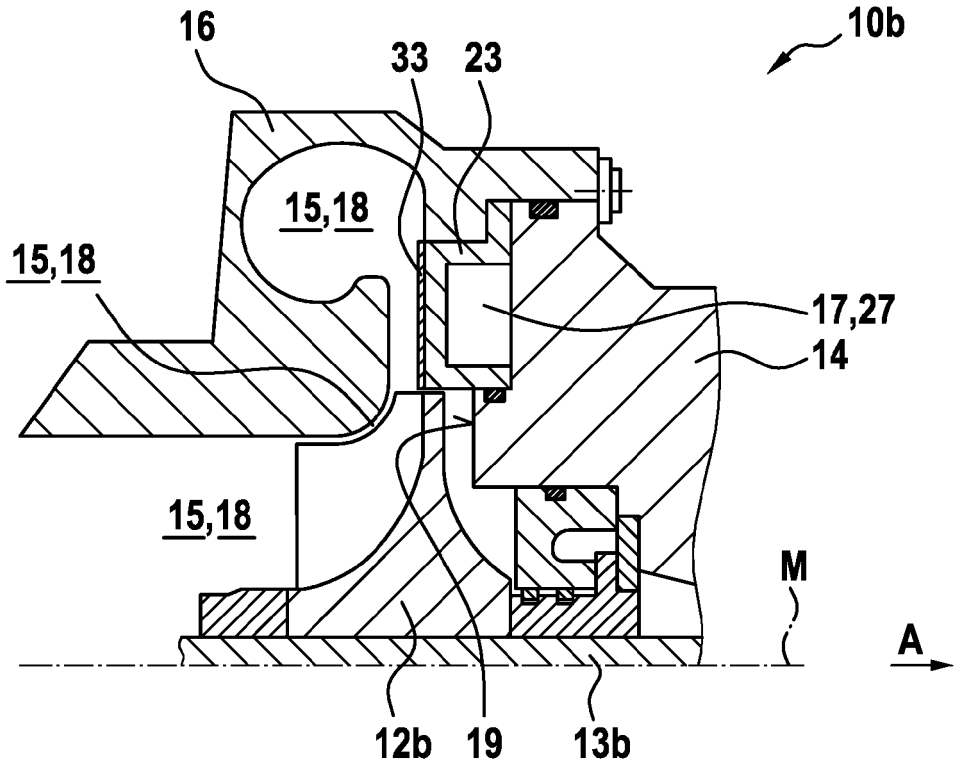

16
33
23
10b
15,18
15,18
17,27
14
15,18
M
A
12b
19
13b

Fig. 5

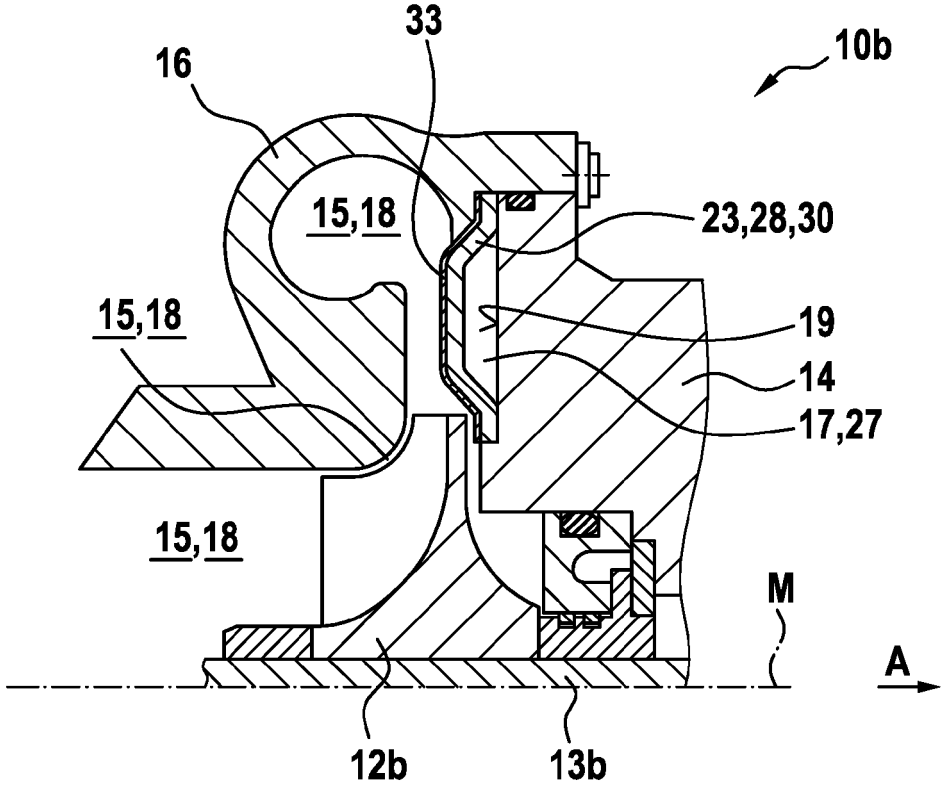

33
16
10b
15,18
23,28,30
15,18
19
14
17,27
15,18
M
A
12b
13b

Fig. 6

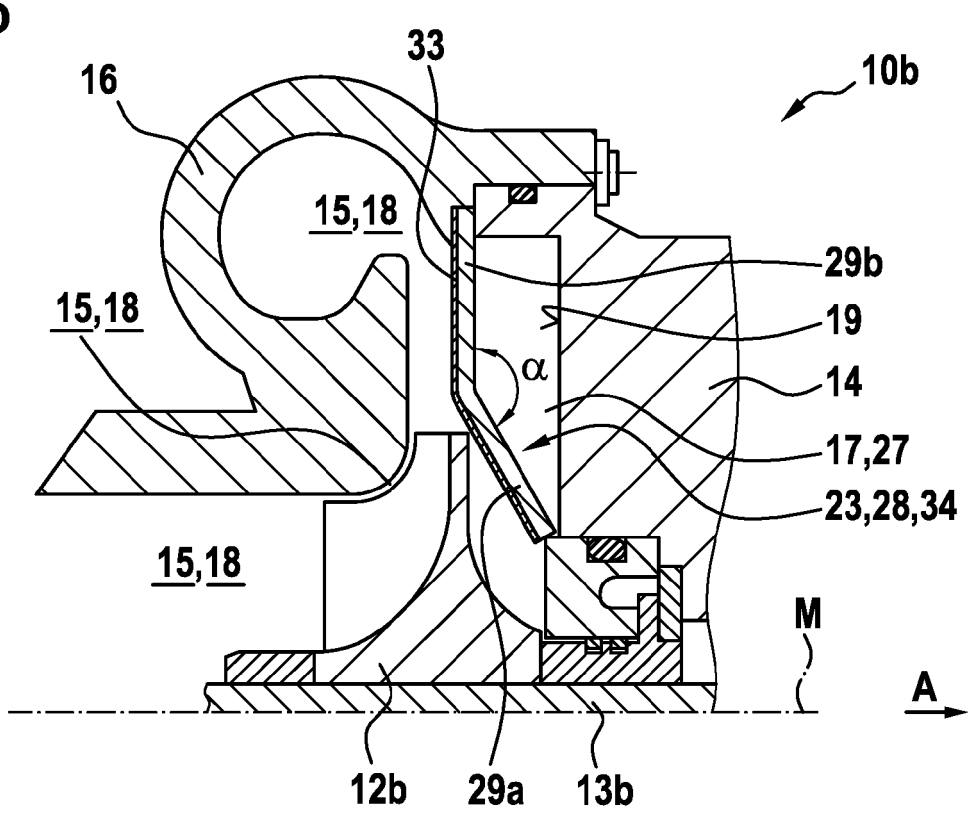

33
16
10b
15,18
29b
15,18
19
α
14
17,27
23,28,34
15,18
M
A
12b
29a
13b

Fig. 7

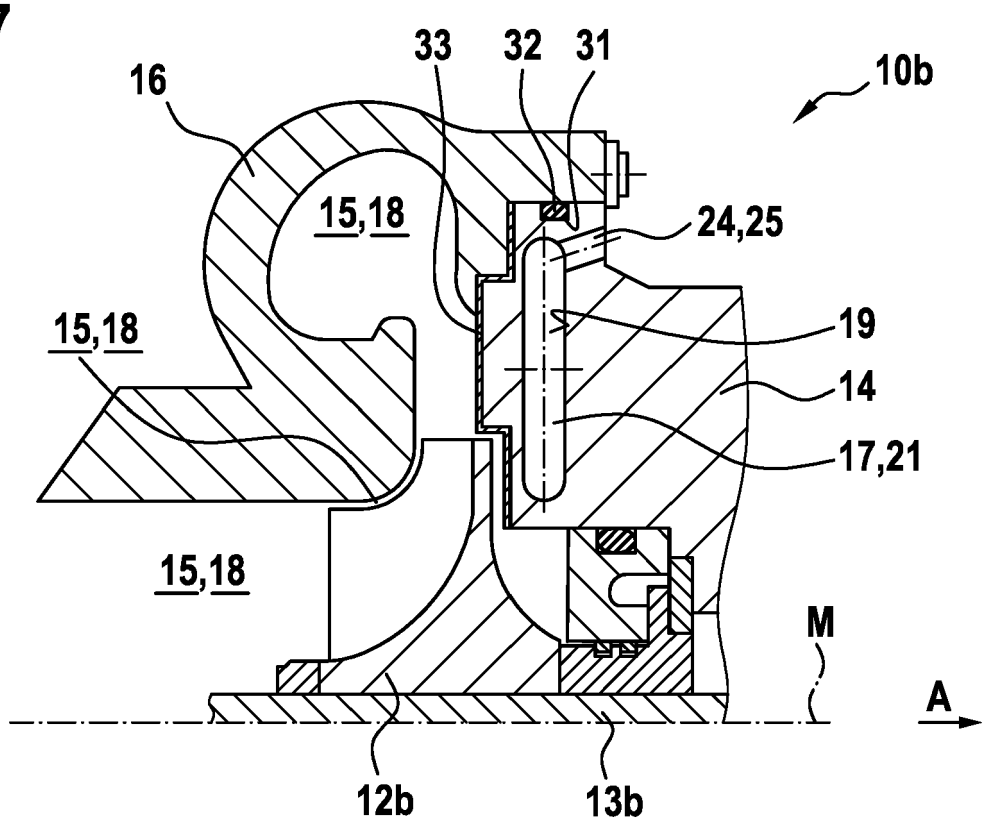
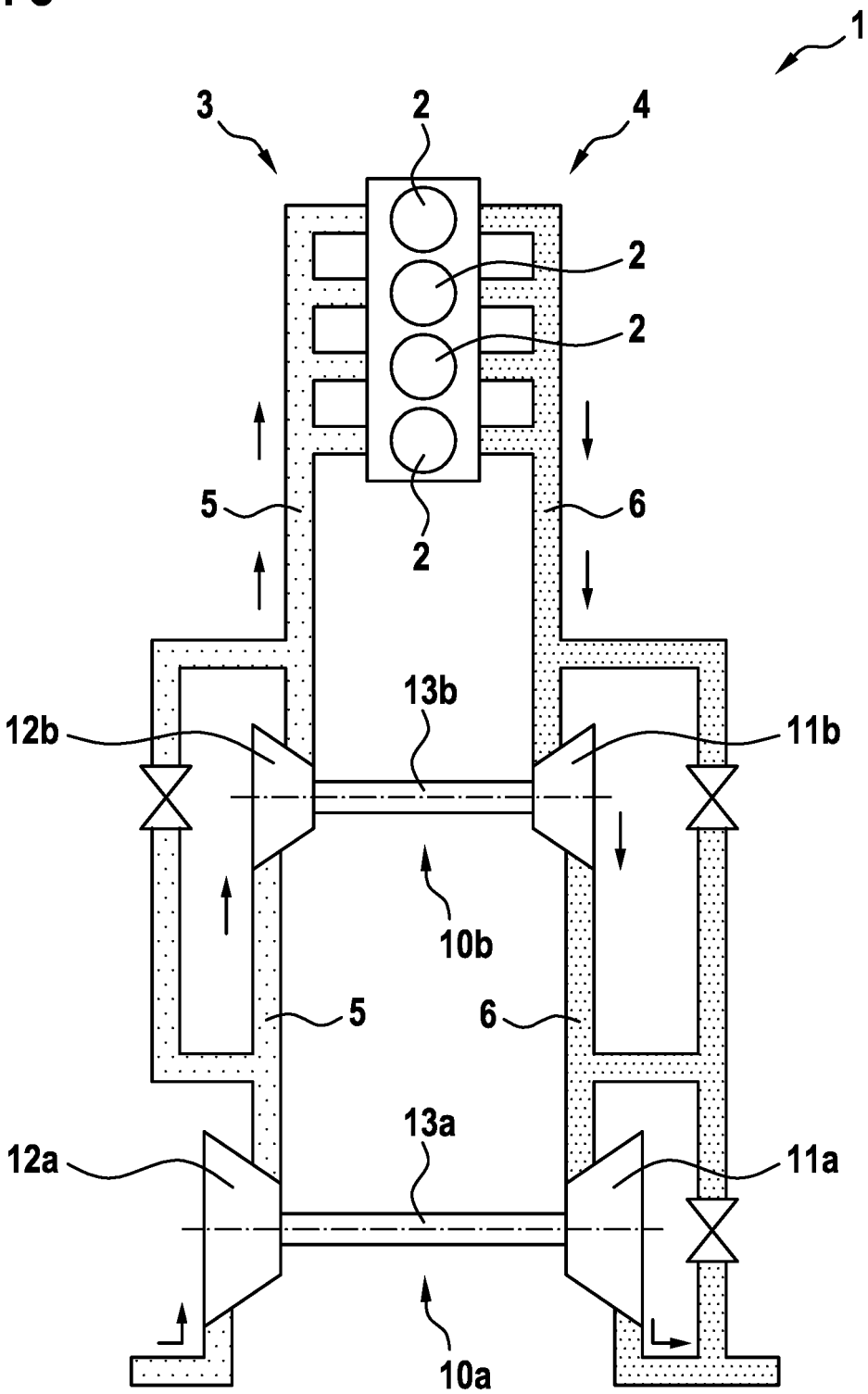


Fig. 8



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 17 1642

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 2014/127002 A1 (JOERGL VOLKER [AT] ET AL) 8. Mai 2014 (2014-05-08) * Absatz [22.23]; Abbildung 1 * -----	1,3, 12-14	INV. F02B37/00
Y	DE 10 2013 207473 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 30. Oktober 2014 (2014-10-30) * Absatz [0020]; Abbildung 1 * -----	1,3, 12-14	
A	US 2013/259661 A1 (SHUDO SHINGO [JP] ET AL) 3. Oktober 2013 (2013-10-03) * Absätze [0035] - [0039]; Abbildung 1 * -----	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F02B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	26. September 2017	Pileri, Pierluigi

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 17 17 1642

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-09-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014127002 A1	08-05-2014	CN 103392058 A	13-11-2013
		DE 112012000464 T5	24-10-2013
		US 2014127002 A1	08-05-2014
		WO 2012121925 A2	13-09-2012
DE 102013207473 A1	30-10-2014	KEINE	
US 2013259661 A1	03-10-2013	CN 103261623 A	21-08-2013
		CN 104832224 A	12-08-2015
		EP 2620613 A1	31-07-2013
		JP 5832090 B2	16-12-2015
		JP 2012127280 A	05-07-2012
		US 2013259661 A1	03-10-2013
		US 2017002672 A1	05-01-2017
		WO 2012081491 A1	21-06-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007023142 A1 **[0004]**
- US 2012057975 A1 **[0005]**
- US 3565497 A **[0006]**
- US 4198192 A **[0007]**